

## Metodologia per a la prioritització d'actuacions a la xarxa viària de l'àrea MAB-6 ALT PIRINEU

Joan Gurrera i Lluch\*

### *Résumé / Abstract / Resumen / Resum*

---

La méthodologie d'évaluation et «priorisation» d'actions d'amélioration du réseau routier exposée ici est une application des techniques d'analyse multi-critère. Ces techniques, tel qu'exprime son nom, permettent de prendre en considération différents critères qui traduisent les objectifs qu'on prétend atteindre avec ces actions-là. Étant donné les implications socio-économiques et sur l'environnement de ces actions les aspects à prendre en considération sont nombreux et hétérogènes. Avec l'exposé d'un exemple concret d'application –la «priorisation» d'actions dans le réseau routier de l'aire MAB 6 HAUTES PYRÉNÉES– on prétend que le lecteur comprenne la philosophie de ces techniques d'analyse et «priorisation» et on essaie de définir les critères et la pondération à utiliser pour évaluer chacune des alternatives d'action. Dans l'exemple exposé les critères et la pondération sont ceux utilisés pour la réalisation des programmes d'action sur le réseau de chemins des neuf pays affectés par la loi 2/1983 de la Haute Montagne.

\* \* \*

The methodology for evaluation and decision-making for priority action on road network improvement outlined in this article is an application of multicriteria analysis techniques. Such techniques, as their name implies,

---

\*Enginyer de camins, Direcció General de Política Territorial, Generalitat de Catalunya.

make it possible to consider various criteria, with the purpose of fulfilling the objectives established. Bearing in mind the environmental and socio-economic implications of possible measures, the aspects to be considered must inevitably be numerous and heterogeneous. The application to a specific case—the road network in the HIGH PYRENEES MAB-6 area—aims to clarify for the reader the philosophy behind these techniques of analysis and of defining priorities. One of the most important steps in this analysis is the consideration and selection of criteria, and the weighting of different alternatives of action.

\* \* \*

La metodología de evaluación y priorización de las actuaciones de mejora de la red viaria que se expone a continuación es una aplicación de las técnicas de análisis multicriterio. Estas técnicas, como su nombre expresa, permiten considerar diversos criterios, indicadores de los objetos que se pretende conseguir con aquellas actuaciones. Dadas las implicaciones socioeconómicas y ambientales de estas actuaciones, los aspectos a considerar serán muchos y heterogéneos. Con la exposición de un caso concreto de aplicación—la red del ámbito MAB-6 ALT PIRINEU—se pretende que el lector capte la filosofía de estas técnicas de análisis y priorización. Una de las etapas más importantes de este análisis consiste en la adopción de criterios y en la ponderación de las diferentes alternativas de actuación.

\* \* \*

La metodologia d'avaluació i priorització d'actuacions de millora de la xarxa viària que s'exposa és una aplicació de les tècniques d'anàlisi multicriteri. Aquestes tècniques, com el seu nom expressa, permeten considerar diversos criteris, traductors dels objectius que es pretén assolir amb aquelles actuacions. Ateses les implicacions socio-econòmiques i ambientals d'aquestes actuacions, els aspectes que caldrà considerar són molts i heterogenis. Amb l'exposició d'un cas concret d'aplicació—la priorització d'actuacions a la xarxa de l'àmbit MAB-6 ALT PIRINEU—, hom pretén que el lector copsi la filosofia d'aquestes tècniques d'anàlisi i priorització, i també com definir les etapes imprescindibles que cal cobrir. Una de les etapes més importants és discutir i definir els criteris i ponderació que cal emprar per avaluar cada una de les alternatives d'actuació. En el cas exposat s'utilitzen els criteris i la ponderació emprats per a la confecció dels programes d'actuació sobre la xarxa de camins de les nou comarques afectades per la llei 2/1983 d'alta muntanya.

## ANTECEDENTS I METODOLOGIA ACTUAL DE PLANIFICACIÓ DE XARXES DE CARRETERES.

La planificació de les xarxes de carreteres disposa actualment d'unes tècniques avançades i experimentades de prognosi de la demanda futura que es basen en la modelística: zonificació de la zona d'estudi i de la resta del territori, models de generació i atracció de viatges per a cada zona, models de repartiment modal dels viatges (per mitjans de transport oferts) i models d'assignació a la infraestructura del transport. Aquesta modelística, una vegada calculats els coeficients amb les dades actuals, permet preveure la demanda futura de transport amb un nivell de confiança acceptable, sempre que hom tingui un volum suficient i fiable de dades socio-econòmiques actuals i futures (previsions que condicionen directament els resultats de la prognosi del transport), també les dades necessàries de la infraestructura que suportarà la demanda.

Aquests mètodes estimen la demanda futura sobre la xarxa de carreteres planificada (paràmetre que definirà la categoria que caldrà donar els trams que la compondran) i avaluen les alternatives mitjançant un model que, generalment, té com a prioritat minimitzar els costos de funcionament del trànsit futur (inclòs el valor del temps de viatge estalviat pels usuaris).

En una zona d'alta muntanya d'extensió semblant a la de l'àrea MAB-6 ALT PIRINEU, és evident que aquestes tècniques de planejament són totalment inadequades; només seran aplicables en la planificació de la xarxa bàsica de carreteres d'àmbits territorials molt superiors. Les actuacions sobre la xarxa bàsica dels àmbits territorials menors, però, obeiran aquesta planificació (en cas de que s'hagi realitzat), pel fet que pertanyen als grans eixos estructuradors del territori (1).

Altres tècniques s'han emprat per a la planificació d'aquestes xarxes de carreteres. A més a més de l'anteriorment esmentada, cal referir-se als models de potencial com a tècnica aplicada amb una certa freqüència. Aquests models relacionen la renda i el potencial demogràfic dels nuclis de població connectats per la xarxa que cal planificar. La renda s'estima, generalment, per indicadors d'obtenció fàcil, com el nombre de telèfons, el consum d'energia elèctrica o el pressupost municipal total. Aquesta renda relaciona directament el potencial demogràfic (definit en funció de les característiques demogràfiques i l'estructura de la xarxa viària) mitjançant un model, els paràmetres del qual es calculen

1. En el cas que ens ocupa, aquesta xarxa bàsica està composta per les carreteres C-1313 (anomenada eix del Segre perquè en segueix el curs), C-145 (la Seu d'Urgell-Andorra) i C-146 (d'Adrell a Sort). Segons el treball de camp realitzat sobre la xarxa viària de l'àrea, només representa el 10% del total de xarxa catalogada, encara que canalitza la majoria dels desplaçaments intermunicipals.

amb les dades actuals. Aquests models són un pas més en l'aplicació dels conceptes d'accessibilitat en l'estudi de les xarxes viàries, afegint conceptes econòmics als intrínsecament geogràfics (topològics, per ser més exactes).

Quant a l'estudi de la xarxa local i veïnal de carreteres i camins, el més freqüent és que el tractament es realitzi mitjançant l'avaluació d'índexs d'accessibilitat, analitzant-se la situació actual i les variacions introduïbles amb actuacions de millora o creació de xarxa viària. Tot i que aquest és un enfocament topològic de la xarxa viària prou acceptable de la qüestió, si no es va més enllà d'aquest estudi d'accessibilitats l'anàlisi queda mancada, ja que no considera cap paràmetre de tipus econòmic (cost/benefici, per exemple) que penalitzi les actuacions més cares a igualtat de millora d'accessibilitat aconseguida, ni té en compte altres factors com l'interès social que pugui tenir el camí o l'impacte ecològic que suposa la seva construcció (negatiu sobre la natura o positiu sobre el medi urbà quan hi redueix el trànsit de pas).

## L'ANÀLISI MULTICRITERI COM A EINA DE DECISIÓ DE L'ADMINISTRACIÓ PÚBLICA

Atès que les tècniques de planificació de les xarxes regionals de carreteres no són aplicables a zones reduïdes de muntanya i que la variació d'índexs d'accessibilitat és només un dels nombrosos efectes que cal tenir en compte a l'hora d'avaluar la millora de la xarxa viària en l'àmbit comarcal, caldrà cercar un mètode d'anàlisi i avaluació d'actuacions que s'ajusti a les exigències mínimes que imposa la planificació acurada d'aquesta xarxa.

Aquestes exigències mínimes inclouen la consideració dels principals efectes que comporten les actuacions de millora o creació de trams de xarxa viària, que la informació necessària sigui fàcilment obtenible i tractable informàticament i que els responsables de les decisions obtinguin els resultats de l'avaluació de les alternatives d'actuació de forma entenedora i comparable.

L'anàlisi multicriteri és una tècnica que s'ajusta perfectament a les exigències anteriors, ja que és un mètode sistemàtic de decisió que permet prioritzar diferents alternatives d'actuació atenent un conjunt de criteris prèviament definits i prioritzats, el valor dels quals expressa el grau d'assoliment dels objectius marcats per a cada una de les alternatives analitzades. L'anàlisi multicriteri és especialment útil quan els aspectes que cal considerar són molts, heterogenis i poc monetaritzables (cas d'inversions sobre el territori) i resulta indicat com a instrument de decisió de l'Administració Pública pel fet que:

- comporta una anàlisi completa i organitzada dels mecanismes de decisió que cal emprar i obliga a definir, de manera precisa, les alternatives d'actuació.
- permet considerar conjuntament indicadors heterogenis: qualitatius i

quantitatius, no commensurables (es mesuren en unitats distintes), conflictius (no optimitzables conjuntament), etc. L'elecció, definició i ponderació d'aquests indicadors serà el que justificarà la decisió adoptada.

- separa les responsabilitats dels diferents agents que participen en la planificació i presa de decisions: projectistes, tècnics, experts en planificació territorial i polítics.

- resulta una eina sistemàtica i mecanitzable de decisió, amb la qual cosa esdevé molt operativa pel fet de poder considerar indicadors d'expressió complexa i de realitzar-se en poc temps.

- pot resultar una eina interactiva que permet tornar enrera i incloure noves alternatives d'actuació i modificar o incloure nous criteris i pesos, en analitzar els resultats obtinguts en anàlisis anteriors.

Es remet el lector a la bibliografia que s'indica al final d'aquest article per aprofundir en la definició, classificació i variants dels mètodes d'avaluació multicriteri, atès que l'objectiu d'aquest article és només analitzar-ne una aplicació explicitant la resolució de les diverses fases que defineixen el procés en les anàlisis multicriteri. Aquestes fases són: definició del conjunt d'alternatives, establiment d'objectius i criteris i llur importància relativa, avaluació parcial i agregació dels resultats de l'avaluació parcial de les alternatives.

## **L'APLICACIÓ DE L'ANÀLISI MULTICRITERI A LA PRIORITZACIÓ D'ACTUACIONS A LES XARXES VIÀRIES COMARCALS**

El mètode de priorització d'actuacions a la xarxa viària de l'àrea MAB-6 ALT PIRINEU és el que es va desenvolupar a la Direcció General de Política Territorial per a la redacció dels Plans Comarcals de Muntanya. Aquest mètode és una aplicació concreta d'anàlisi multicriteri i constitueix un mòdul del sistema informàtic XARCOM, desenvolupat en aquella Direcció (2).

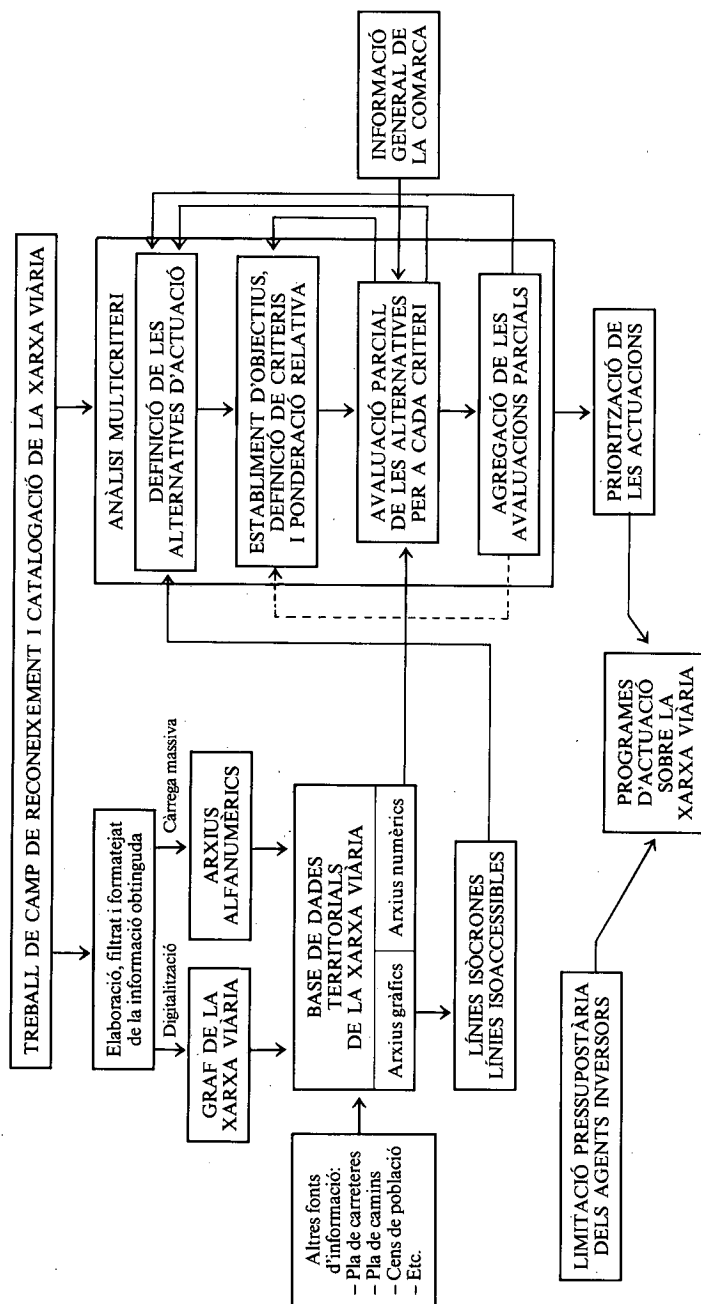
El XARCOM conté, entre d'altres, una completa base de dades de la xarxa viària (carreteres i camins) comarcal i altres dades territorials, que seran part de la informació de base per a l'anàlisi multicriteri, sense la qual seria impossible d'aplicar.

A continuació es descriuen les fases de l'anàlisi multicriteri tal com s'han definit per a la priorització d'actuacions a la xarxa viària de les comarques de muntanya. En l'esquema adjunt (Gràfic I) es resumeixen aquestes fases i la seva relació amb el desenvolupament de l'estudi realitzat sobre el conjunt de la xarxa viària de cada comarca.

2. XARCOM, de XARxa COMarcal, desenvolupat pels enginyers de camins Ermengol Casanovas, Joan Gurrera i Andreu Ullied, i l'arquitecte Oriol Amell.

# Gràfic I

Organigrama sobre el desenvolupament del procés d'anàlisi de la xarxa viària i de prioritització d'actuacions de millora o creació d'aquesta xarxa emprat per a la redacció dels PLANS COMARCALS DE MUNTANYA



## **FASE 1: Definició del conjunt d'alternatives d'actuació.**

Primerament cal indicar amb èmfasi especial que aquest tipus d'anàlisi emprat té com a premissa que les alternatives d'actuació han d'ésser comparables. És a dir, no poden comparar-se alternatives, per posar un exemple, d'accés a nuclis de població amb camins dins d'àrees naturals protegides, on hi haurà una normativa molt estricta i la funcionalitat de la via serà completament distinta.

La generació de les alternatives d'actuació sobre la xarxa viària és fruit del coneixement de la realitat actual, s'infereix de la diagnosi del seu estat i de la seva estructura, tradueix les demandes raonades dels ens locals o respon a les previsions d'inversió sobre la xarxa viària per part de la Generalitat: Pla de Carreteres de Catalunya (PCC en endavant) i Pla de Camins del Pirineu i Pre-Pirineu (PCP en endavant). Complementàriament, s'han analitzat dues actuacions de millora sobre els mateixos trams però amb paràmetres de traçat diferenciats (amplada, radis a les corbes, etc) per tal de comprovar com afectava la prioritització d'actuacions.

A continuació es defineixen les actuacions avaluades a l'àrea MAB-6 ALT PIRINEU, les quals s'han localitzat al Gràfic II.

### **Actuació núm. 1: Pas a xarxa local del camí Cerc-Adraén-Fórns-Cornellana-Tuixén.**

Aquesta actuació està proposada al PCP, desglossada en tres trams. S'ha elegit com a eix vertebrador de la zona sud-est de l'àrea d'estudi i suposa una inversió important (457 milions de pessetes segons l'estimació efectuada), corresponent a la construcció d'una carretera asfaltada de 6/7 m i una longitud considerable (quasi 33 Km). Veurem com es classifica una actuació que suposa, en principi, una millora notable de l'accessibilitat d'una zona de l'àrea d'estudi actualment sense sortida pavimentada, però que necessita una inversió molt important.

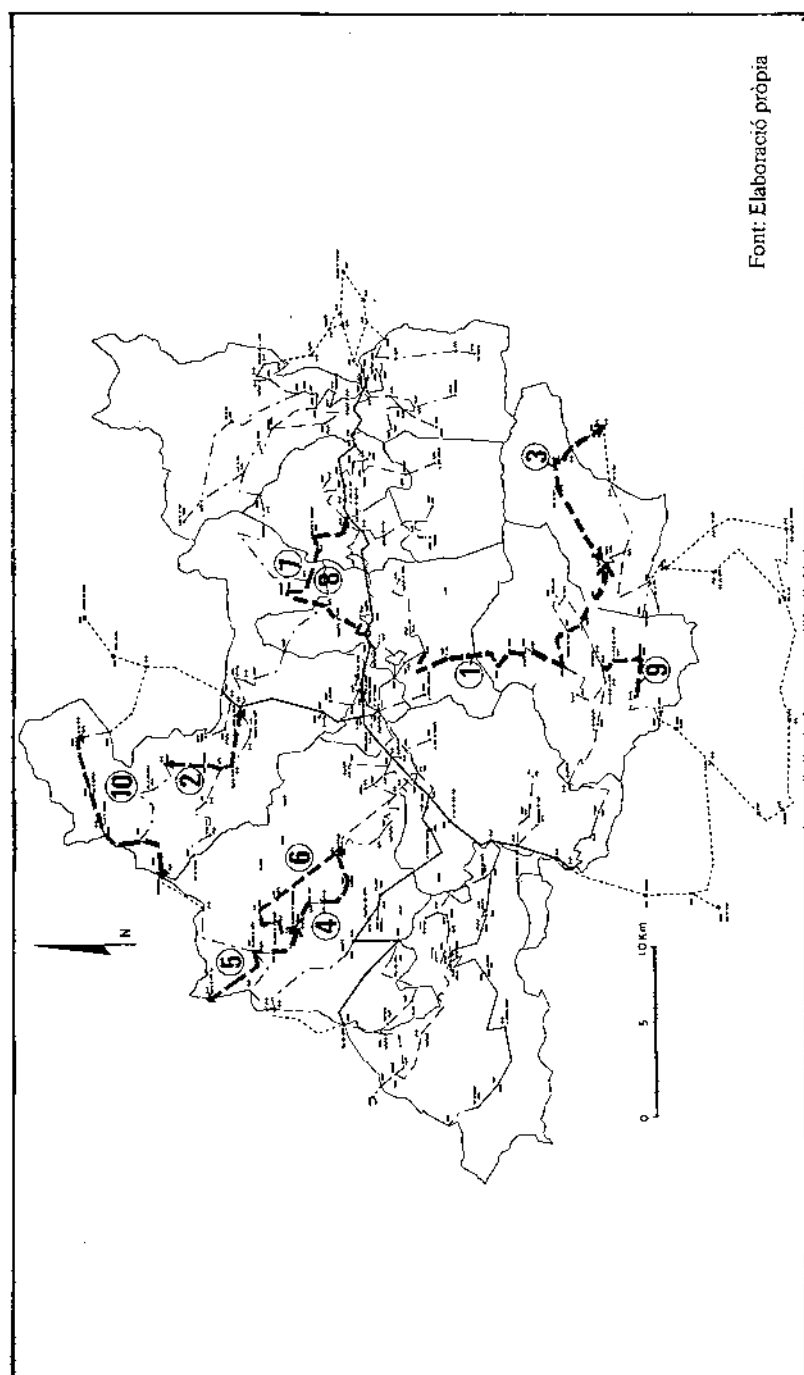
### **Actuació núm. 2: Pas a la xarxa local del camí la Farga de Moles-Sant Joan Fumat-Civís.**

Actuació també proposada al PCP, però que entenem que està sobre-dimensionada, ja que pressuposa la construcció d'una carretera de 5,5/6,0 m asfaltada, amb radis de corba elevats per l'entorn orogràfic que acull el traçat d'aquest camí. Veurem què en resulta d'aquesta actuació, que millora l'accessibilitat de pobles relativament «allunyats» del centre de serveis, però amb un cost elevat (190 milions per 10,6 Km) i un impacte ecològic considerable.

### **Actuació núm. 3: Construcció de la carretera Tuixén-Josa-Gósol**

*Gràfic II*

Alternatives d'actuació de millora de la xarxa viària avaluades



Font: Elaboració pròpia



Aquesta actuació també està prevista al PCP en el grup d'actuacions de pas de camins a la xarxa local de carreteres (les mateixes característiques que per a l'actuació anterior). Aquí es proposen unes característiques menys restrictives de traçat (secció VR-P3) amb una amplada de 4,0/5,0 metres; funcionalment, respon a millorar l'accessibilitat d'uns dels pobles més «allunyats» del centre comarcal, i implica un impacte ecològic més limitat que l'actuació anterior i costos d'execució més baixos (112 milions per 14,4 Km).

**Actuació núm. 4:** *Pas a la xarxa local del camí Castellbò-Carmeniu-Turbiàs-Les Eres-Sant Andreu*

Al PCP es preveu aquesta actuació com a part d'una nova carretera que comunicaria l'Alt Urgell amb el Pallars Sobirà, passant per Sant Joan de l'Erm i Montenartró fins arribar a la C-147, a la Noguera Pallaresa. Amb el graf comarcal on s'analitzen les actuacions no és possible estudiar alternatives de connexió amb les comarques veïnes; s'haurien de tractar les dues afectades conjuntament. Així, aquesta actuació només s'analitza com a millora d'accessibilitat dels nuclis de la zona, sospesant l'impacte que pressuposa aquesta actuació i el cost d'execució (quasi 100 milions per 13,65 Km).

**Actuació núm. 5:** *Pas a xarxa local del camí Sant Andreu-Sant Joan de l'Erm Nou-Sant Joan de l'Erm Vell.*

Correspon al tram següent de l'actuació anterior i, per tant, també forma part d'aquesta nova carretera intercomarcal proposada al PCP. És interessant per l'especificitat que suposa: no dona accés a cap nucli de població de l'àrea considerada, sinó a uns indrets d'interès turístic elevat, i constitueix una via de comunicació intercomarcal. El cost d'execució resulta elevat pel fet de preveure paràmetres de traçat corresponents a la xarxa local de carreteres (140 milions de pessetes per 12,0 Km) i també comporta impacte ambiental considerable.

**Actuació núm. 6:** *Arranjament del camí Castellbò-Sant Andreu passant per Albet, Seix i Santa Creu.*

És una alternativa de traçat a l'actuació núm. 4 consistent en un canvi de recorregut (passa per la vessant esquerra de la vall, al solell), unint pobles diferents i més poblats i amb paràmetres de traçat restrictius (actuació VR-P3 i no de xarxa local de carreteres). Així en resulta un traçat un xic més curt i bastant més barat d'execució (12,9 Km i 111 milions de pessetes).

**Actuacions núm. 7 i núm. 8:** *Arranjament del camí de la C-1313 a Estamariu, Bescaran, Castelnou i C-1313.*

Aquesta actuació, també proposada al PCP, preveu uns paràmetres de

traçat de xarxa local de carreteres, amb l'impacte i costos elevats que això presuposa. Amb aquestes característiques es considera l'actuació núm. 7. És proposa una actuació amb característiques de xarxa veïnal/rural de camins asfaltada (VR-P3) per analitzar l'efecte d'una velocitat més elevada (actuació núm. 7) en comparació amb un cost d'execució i un impacte inferiors (actuació núm. 8).

**Actuació núm. 9:** *Arranjament del camí Ossera-Pardinàs-Sant Pere de la Vansa-camí de Tuixén a Montan.*

Aquesta actuació es proposa per analitzar el nivell de prioritat que resulta una actuació que comporta un guany d'accessibilitat per a nuclis que actualment la tenen molt baixa respecte a la resta de centroides de l'àmbit d'estudi, amb un cost baix (es proposa un afermat de macadam sense capa asfàltica, tipus VR-S3N, resultant quasi 28 milions per 8,1 Km) i un impacte paisagístic també baix, si bé cal pensar que la conservació d'aquest camí reportarà unes despeses més elevades que les d'un afermat impermeable.

**Actuació núm. 10:** *Arranjament del camí d'Os de Civís a Santa Magdalena per les Bordes de Conflent.*

Aquesta actuació contrastarà amb la núm. 5 perquè també té un interès turístic predominant (encara que aquesta actuació comuniqui Os de Civís amb l'Alt Urgell sense passar per Andorra, el temps de recorregut sempre serà molt elevat pels desnivells que caldrà guanyar i la longitud molt més gran a recórrer). També suposa una comunicació intercomarcal (internacional per ésser més exactes...). El que contrasta respecte a l'actuació núm. 5 és la tipologia de secció que es proposa (camí de 3,0 Km amb apartadors i roderes de formigó per evitar despeses continuades de manteniment del camí). Això comportarà un cost molt més baix (86 milions de pessetes per 17,8 Km) i un impacte ambiental molt més reduït, encara que una velocitat de recorregut més baixa (cosa que no és un element preocupant en una via de interès exclusivament turístic).

**FASE 2: Establiment d'objectius i criteris.**

Els objectius principals que hom persegueix amb les actuacions de millora o creació de xarxa viària als Plans Comarcals de Muntanya són:

- Millora de l'accessibilitat en tot temps de tot nucli de població habitat (permanentment), especialment dels més mal comunicats actualment.
- Millora de l'accés als centres de serveis (possible efecte negatiu d'emigració intracomarcal).

- Millora de l'accessibilitat a punts d'interès turístic o social.
- Actuacions de màxima rendibilitat (sòcio-econòmica).
- Foment de la relació de cada un dels nuclis amb tots els altres de la mateixa comarca.
- Millora de la seguretat vial.
- Penalització de les actuacions segons l'impacte ambiental negatiu que comporten.
- Supressió de les travesseres especialment conflictives als nuclis de població.

Aquests objectius s'han d'avaluar mitjançant uns criteris, que en són l'expressió traduïda en funció de la informació i els mitjans disponibles. Cada objectiu pot ser avaluat amb un o més criteris, ja que és convenient que cada criteri sigui homogeni en relació amb l'efecte que hom pretén avaluar. Malgrat això, cal tenir en compte que l'elaboració d'un nombre elevat de criteris, a més de complicar l'anàlisi, pot fer-los excessivament interdependents, en mesurar-se potser el mateix efecte des de perspectives diferents.

Els criteris establerts poden consultar-se a la Taula I i poden agrupar-se en: criteris d'estructura viària (tenen assignat el 40% de pes en la decisió final), de rendibilitat econòmica i social (el 45%) i d'impacte a l'entorn (el 15%).

El criteri de rendibilitat mereix un comentari econòmic perquè és el de pes més elevat en relació amb la resta de criteris considerats. Primerament, cal indicar que intenta estimar la relació (demanda potencial) entre cada parella de «centroïdes» (punts de població seleccionats) interiors a l'àrea d'estudi, multiplicant la població respectiva i dividint el producte pel temps al quadrat de recorregut entre ambdues poblacions. L'índex resulta de sumar el «benefici» generat per l'actuació que es proposa (mesurat en termes d'increment d'aquesta relació potencial). Aquest «benefici» es divideix pel cost d'execució de les obres necessàries per materialitzar l'actuació, que s'estima segons el tipus de terreny, els paràmetres de traçat i l'entorn orogràfic.

### **FASE 3: Avaluació del valor incremental dels criteris per a cada actuació analitzada.**

Analitzant els criteris exposats en la Taula I, hom pot veure que hi figuren dos tipus de criteris quant a la manera d'atribuir-los el valor per a cada alternativa avaluada: els quantitius i els qualitius. Els qualitius es valoren subjectivament. El conjunt d'aquests té un pes del 15%. Els quantitius es calculen amb els programes que a tal efecte configuren una part del paquet XARCOM: mitjançant la rutina de càlcul de camins mínims en temps entre cada parella de centroïdes (que corresponen als nusos del graf on s'ha associat població permanent) es calcula l'accessibilitat de cada un des de la resta de la comarca, i segons

l'estimació dels costos de les actuacions i ponderació amb la població dels centroides es realitza un estudi cost/benefici simplificat. Als valors dels quatre criteris calculats amb el XARCOM s'afegeixen tres criteris, els qualitius, i el valor resultant del mapa «fragilitat» del SITC (Sistema d'Informació Territorial de Catalunya), i es transformen linealment tots ells a una escala 0 a 100. Els resultats obtinguts per a les deu actuacions proposades poden consultar-se a la Taula II.

TAULA I.  
Criteris i ponderació emprats per a l'anàlisi multicriteri

Nom del criteri	Pes	Indicador	Definició i interpretació
Grup 1: Criteris d'estructura viària			
Dispersió d'accessibilitats comarcals	20	$D^2 = n^{-1} [\Delta \sum (A_i - A_{min})^2]$ $A_i$ : acc. node i	Potencia les actuacions que tendeixen a igualar les accessibilitats dels nuclis habitats de la comarca.
Accessibilitat global	15	$VA = \Delta \sum A_i$	Potencia les actuacions que milloren l'accés entre entitats poblades.
Connexió intercomarcal	5	$CI = \Delta \sum A_j$ $A_j$ : acc. nodes ext.	Avalua la repercussió de l'actuació en la millora de l'accés a la comarca des de pobles exteriors.
Grup 2: Criteris de rendibilitat econòmica i social			
Rendibilitat econòmica (Cost / Benefici)	35	$RE = C^{-1} \sum R_{ij} \Delta T_{ij}$ $R_{ij} = (w_i P_i \cdot w_j P_j) / (t_{ij}^0)^2$ $\Delta T = t_{ij}^0 - t_{ij}$	El benefici s'avalua en temps de viatge estalviat, ponderat segons la Relació $R_{ij}$ entre la parella de nodes i-j. C és el cost material de l'actuació.
Interès social	5	Valoració qualitativa	Potencia actuacions en cul-de-sac a entitats poblades i les incloses en l'enquesta prèvia al Pla Comarcal.
Interès turístic	5	Valoració qualitativa	Potencia accessos directes a punts d'atractiu turístic especial.
Grup 3: Criteris d'impacte a l'entorn			
Impacte ecològic de la via	10	Explotació del mapa de FRAGILITAT	Penalitzta actuacions en funció de l'impacte produït segons el MAP «FRAGILITAT».
Impactes associats al trànsit	5	Valoració qualitativa	Potencia actuacions que descongestionin centres urbans o altres vies ja existents.

Font: Elaboració pròpia.

TAULA II.

Valoració dels criteris per a l'anàlisi de les actuacions

Valoració de les alternatives		Anàlisi multicriteri						
Núm. Alternatives	Dispersió Nodal	Accesi. Global	Connexió Intercom.	Rendibil. Econòm.	Interès Social	Impacte Turístic	Impacte Ambient.	Del trànsit
1 Cerc-Fornols-Tuixén	$6,9 \times 10^9$	2.673,2	303,9	872,8	10	60	40	100
2 La Farga-Civís	$0,9 \times 10^9$	418,4	16,0	32,0	30	50	70	100
3 Tuixén-Josa-Gósol	$0,4 \times 10^9$	77,1	78,3	1,7	20	40	50	100
4 Castellbó-St. Andreu II	$1,6 \times 10^9$	555,3	21,5	6,8	50	40	70	100
5 St. Andreu-St. Joan Vell III	$0,4 \times 10^9$	106,7	2,9	0,2	30	20	70	100
6 Castellbó-St. Andreu	$0,8 \times 10^9$	366,1	15,5	21,9	50	40	50	100
7 Estamariu-Bescaran-C- 1313	$0,6 \times 10^9$	359,4	13,7	208,7	30	40	80	100
8 Ídem	$0,5 \times 10^9$	276,5	10,6	263,2	20	40	50	100
9 Ossera-Cami a Tuixén	$0,3 \times 10^9$	85,3	3,7	2,9	40	60	20	100
10 Os de Civís-St. Magdalena	$0,08 \times 10^9$	12,9	1,9	0,04	80	10	30	100
PESOS	20%	15%	5%	35%	5%	5%	10%	5%

#### **FASE 4: Agregació dels valors incrementals dels criteris per a cada actuació analitzada.**

La valoració incremental de cada criteri per a cada una de les alternatives d'actuació que s'analitza dona una matriu de valors criteris/alternatives. Els mecanismes d'agregació d'aquestes valoracions parcials poden ésser de tres tipus: qualitatiu, quantitatiu i mixtos (segons indiquin preferència -valoracions qualitatives-, «distància de preferència» -valoració quantitativa- o ambdues alhora). Emprar algorismes d'agregació quantitatiu per informació qualitativa suposaria desvirtuar-la, i utilitzar-ne de qualitatiu per a valoracions quantitatives implicaria empobrir-les.

En la fase d'establiment del model de decisió que s'exposa, es varen considerar, en principi, els mètodes d'agregació següents: suma ponderada i concordança (quantitatiu), interpretació numèrica i MDS (qualitatiu) i Electre II i qualiflex (mixtos). Per raons operatives es rebutjaren els Electre II i MDS. De la resta de mètodes es decidí assajar el de concordança (la informació del model serà quantitativa en un 85%) i el d'interpretació numèrica (per poder establir comparacions). De l'anàlisi de la prioritització amb els dos mètodes, semblà més ajustat al criteri de l'equip redactor dels Plans Comarcals el mètode d'interpretació numèrica (a causa, probablement, de la dificultat d'intuir a priori els valors relatius dels indicadors d'estructura). En comentar els resultats obtinguts amb les actuacions avaluades a l'àmbit d'estudi, hom podrà analitzar les diferències que implica el mètode d'agregació adoptat.

#### **FASE 5: Establiment de la prioritització de les actuacions.**

Amb l'agregació dels valors incrementals dels criteris emprats per a analitzar les actuacions proposades tindrem establert un «rànkung» d'aquestes actuacions. Ara bé, el que pot discutir-se és la necessitat de repetir el procés (a partir de l'avaluació del valor incremental dels criteris per a cada actuació), considerant l'actuació més ben classificada com a modificació inicial de la xarxa. Fent-ho així tindriem realment la seqüència òptima per realitzar les actuacions, sempre que l'ordre real d'execució fos el considerat. Atès que això és gairebé impossible de conèixer, s'ha optat per seguir la primera classificació donada per l'anàlisi multicriteri, si bé cal indicar que el procediment òptim hauria estat prioritzar cada actuació amb la xarxa modificada segons les actuacions ja realitzades.

Segons la metodologia d'avaluació exposada, es va procedir a calcular primerament les deu actuacions anteriorment definides. Els valors dels criteris quantitatius (calculats amb el XARCOM) i els qualitatiu (consulten el quadre corresponent) han donat els resultats que poden consultar-se a la Taula III, on s'exposen segons dos mecanismes d'agregació distints: interpretació numèrica i anàlisi de concordança.

**TAULA III.**  
Resultats de l'anàlisi multicriteri  
**MAB-6: SELECCIÓ DE PROPOSTES DE MILLORA VIÀRIA**

ANÀLISI MULTICRITERI - DADES								
Paràmetres dimensionals								
Nombre d'alternatives	10							
Nombre de categories d'alternatives	100							
Nombre de criteris	8							
Nombre de categories de criteris	10							
Relació Criteris / Categories								
Interès social	5%							
Interès turístic	5%							
Impactes ecològics i paisatgístics	10%							
Impactes derivats del trànsit	5%							
Dispersió accessibilitats	20%							
Accessibilitat global	15%							
Connectivitat intercomarcal	5%							
Rendibilitat econòmica potencial	35%							
Valoració multicriteri de les alternatives								
	iS	iT	IE	IT	DA	AG	CI	RE
1 A: CT	1	6	4	10	1	1	1	1
2 A: FC	3	5	7	10	7	6	19	9
3 A: TJ	2	4	5	10	18	34	3	100
4 A: CS	5	4	7	10	5	5	14	44
5 A: AJ	3	2	7	10	17	25	100	100
6 A: CS	5	4	5	10	8	7	19	13
7 A: E1	3	4	8	10	12	7	22	2
8 A: E2	2	4	5	10	14	9	28	2
9 A: OT	4	6	2	10	20	31	82	100
10 A: OS	8	1	3	10	85	100	100	100

**MAB-6: SELECCIÓ DE PROPOSTES DE MILLORA VIÀRIA**

ANÀLISI MULTICRITERI - RESULTATS						
Anàlisi de la concordança				Mèt. interp. numèrica		
Classif.	Alternatives		Valor	Alternatives		Valor
1	1	CT	1.328	1	CT	115
2	8	E2	-32	7	E1	-1
3	7	E1	-82	2	FC	-17
4	6	CS	-92	6	CS	-20
5	2	FC	-132	8	E2	-39
6	9	AJ	-182	4	CS	-46
7	4	OT	-192	5	AJ	-65
8	5	TJ	-202	9	OT	-69
9	3	OS	-202	10	CS	-75
10	1	CS	-212	3	TJ	-86

## DISCUSSIÓ DELS RESULTATS DE LA PRIORITZACIÓ D'ACTUACIONS AMB L'ANÀLISI MULTICRITERI DEFINIT.

Del quadre de resultats de l'anàlisi multicriteri (Taula III), el que primer cal destacar és la variació en l'ordenació de les alternatives segons el mètode emprat d'agregació de valoracions de criteris (sobretot per al parell 7 i 8, amb ordre distint per a les dues alternatives d'una mateixa actuació). Això ens indica que el mètode s'ha d'escollir adequadament segons la tipologia de priorització que es pretengui, a més de seleccionar el pes dels criteris, que també influeixen molt en el resultat final.

Passant a l'anàlisi detallada dels resultats, veiem que l'actuació núm. 1, tal com era d'esperar, surt amb priorització màxima. És lògic, ja que és una actuació que lliga directament amb el centre geogràfic i de serveis la zona que ja s'havia mostrat més marginada en l'anàlisi de les línies isòcrones. Els criteris surten amb valors tan elevats respecte a la resta que queda clarament diferenciada i fa que hi hagi poca diferència entre les nou restants pel que fa al valor dels criteris valorats quantitativament. Per realitzar una anàlisi tenint en compte uns recursos limitats en aquesta zona, aquesta actuació s'hauria de considerar per trams i preveure'n l'execució en fases, així podria competir amb la resta de propostes sense diferències tan acusades respecte de aquestes.

Pel que fa a les actuacions alternatives sobre el camí d'Estamariu, Bescaran i Castellnou de Carcolze a la C-1313, veiem que, segons el mètode d'anàlisi de concordança, l'actuació amb característiques proposades per a xarxa veïnal/rural en entorn molt accidentat (proposta núm. 8) passa davant de la proposta de passar el camí a xarxa local de carreteres segons els paràmetres de traçat del PCC. En aquest cas es demostra que el pes del criteri d'impacte ambiental (10%) i rendibilitat econòmica relativa són superiors a l'avantatge d'un augment de velocitat de recorregut i, per tant, d'accessibilitat (d'ordre no elevat atesa la poca variació de velocitat de recorregut que suposa: 5 Km/h).

És també coherent el fet que la proposta núm. 6 (Castellbò-Sant Andreu) surti ben situada a la classificació, ja que millora l'accessibilitat d'una vall amb un nombre elevat de nuclis de població. Aquesta surt davant de l'alternativa de traçat que es proposa al PCC (alternativa núm. 4) per dos motius fonamentals: comunica directament més població permanent i suposa un cost econòmic i ambiental inferior. I veiem (consultant el quadre de valoració de criteris) que aquesta diferència prové fonamentalment de la rendibilitat econòmica (3 vegades superior).

Després veiem que figuren a la classificació les dues actuacions que afecten camins en «cul-de-sac» (respecte de la localització de centroides), les propostes núm. 2 (de la Farga de Moles a Civís) i núm. 9 (d'Ossera a camí de Tuixén). En aquest cas l'actuació que preveu el pas a xarxa local de carrete-



res (la núm. 2) està més ben considerada que la tractada com a xarxa veïnal/rural, tot i que comporten un cost econòmic i ecològic més elevat. Analitzant els valors dels criteris per a aquestes dues actuacions, veiem que aquest fet es deu als valors incrementats assolits per les accessibilitats (de 3 a 4 vegades superiors per a la núm. 2) i la rendibilitat econòmica més gran. De fet, aquesta parella d'actuacions no tenen prou semblances per poder establir comparacions, i seria més adequat introduir una alternativa a l'actuació núm. 2 que prevegi una altra tipologia de secció transversal de projecte.

Als darrers llocs de la taula hi tenim l'actuació Tuixén-Josa-Gósol. Aquesta posició relegada és la lògica si es pensa en el fet que Gósol no compta com a centroide intern a l'àrea d'estudi i, per tant, aquesta actuació millora l'accessibilitat d'un centroide intern (Josa) i un d'extern (Gósol); així, ha resultat classificada en el segon lloc segons la valoració del criteri de connexió intercomarcal. Com totes les actuacions que tinguin una funcionalitat predominantment intercomarcal i com ja s'ha esmentat anteriorment, caldria analitzar-la conjuntament amb les comarques veïnes afectades per obtenir una prioritització entre possibles alternatives.

Als dos darrers llocs de la taula de resultats de l'anàlisi multicriteri hi ha les dues actuacions que tenen com a funcions predominant la turística i la de comunicació intercomarcal. L'anàlisi sembla correcte en aquest sentit, ja que els objectius fixats per a l'estudi no donaven cap prioritat a aquesta mena d'actuació. Aquest fet ve refermat per la circumstància que la rendibilitat econòmica (elegit com a criteri principal) dona per a aquestes dues actuacions els valors més petits.

## CONCLUSIONS

Els autors d'aquesta aplicació de l'anàlisi multicriteri considerem que la modalitat emprada, com també els criteris i pesos assignats, reflecteixen satisfactòriament els objectius prefixats, i l'estimem adequada per a l'avaluació de propostes d'actuació a la xarxa viària d'àmbit comarcal. Complementàriament, al considerem satisfactòria des del punt de vista d'adaptabilitat a d'altres pesos i criteris que políticament puguin preestablir-se, i també a la redefinició o afegiment de les alternatives establertes en un primer estadi d'anàlisi. Que els resultats de la prioritització d'actuacions, obtinguts amb aquest model de decisió, s'ajustin als déficits reals i més punyents dependrà, en bona mesura, de la qualitat de la informació disponible per determinar els valors incrementals dels criteris emprats.

Juny 1988

**BIBLIOGRAFIA**

- BERNALDO DE QUIROS F. (1981), *Evaluación multicriterio*. Madrid, EYSER.
- BOSCH R., SALOM, J., ULIED, A. (1987), *Model de decisió SIELC*. Barcelona, E.T.S. Enginyers de camins, canals i ports.
- GURRERA J., CASANOVAS E. (1987), *La xarxa viària*. La Seu d'Urgell, MAB-6 ALT PIRINEU.
- Pla de Carreteres de Catalunya*. (1983), D.G. de Carreteres i D.G. de Política Territorial.
- Pla de camins del Pirineu i Pre-pirineu*. (1982), D.G. de Carreteres i D.G. del Medi Rural.
- ROBUSTE, F. (1984) *Desarrollo de una metodología general para la evaluación de inversiones en transportes*. Madrid, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones.
- VOOGD, H.(1981), *Multicriteria analysis with mixed qualitative-quantitative data*. Barcelona, XXI Congress of Regional Science Association.